

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

- (11) Publication number: 6-331891
 (43) Date of publication of application: December 2, 1994
 (51) Int.Cl.⁵ G02B 15/16
 G02B 13/18
 H04N 5/225
 (21) Application number: 5-141336
 (22) Date of filing: May 20, 1993
 (71) Applicant: CANON INC
 (72) Inventor: HAMANO Hiroyuki

(54) IMAGE PICKUP DEVICE USING SOLID-STATE IMAGE PICKUP ELEMENT

(57) Abstract:

PURPOSE:

To easily obtain the picture which has a uniform and high optical performance throughout a screen by providing a main optical system, where a photographing system has the exit pupil positioned on the object side more than the image surface, and a field lens, which is arranged between the main optical system and a solid-state image pickup element and has a positive retracting power to effectively reduce the occurrence of luminance shading and color shading.

CONSTITUTION:

A lens system consists of a first group L1 having a positive refracting power, a second group L2 having a negative refracting power, a third group L3 having a positive refracting power, a fourth group L4 having a positive refracting power, and a fifth group L5 having a negative refracting power. The power of the fifth group L5 is increased to a certain extent to shorten the overall length of the lens system, and at this time, a field lens F is arranged between a low pass filter LP and the solid-state image pickup element specially in the vicinity of the solid-state image pickup element to make the distance between the exit pupil and the image surface longer than a certain value. Thus, the angle of incidence to the solid-state image pickup element of a luminous flux on the outside of the axis is made smaller to effectively reduce the occurrence of luminance shading and color shading.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-331891

(43)公開日 平成6年(1994)12月2日

(51)Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術分野
G 0 2 B	15/16	9120-2 K		技術分野
H 0 4 N	5/225	9120-2 K		
	D			

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全10頁)

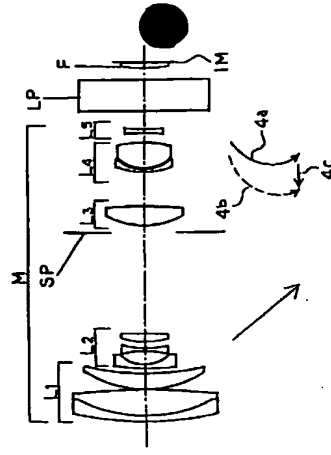
(21)出願番号	特願平5-141336	(71)出願人	000001007
(22)出願日	平成5年(1993)5月20日		
		キヤノン株式会社	
		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
		浜野 博之	
		東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
		キヤノン株式会社内	
		井理士 高梨 幸雄	

(54)【発明の名称】 固体撮像素子を用いた撮像装置

(57)【要約】

【目的】 フィールドレンズを用いることにより撮影系の射出瞳位置を適切に設定し、シェーディングの少ない高い光学性能を有した固体撮像素子を用いた撮像装置を得ること。

【構成】 撮影系により物体像を像面近傍に設けた固体撮像素子面上に形成する際、該撮影系は射出瞳が像面よりも物体側に位置する主光学系と副主光学系と該固体撮像素子との間に配置した正の屈折力のフィールドレンズとを有していること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮影系により物体像を像面近傍に設けた固体撮像素子面上に形成する際、該撮影系は射出瞳が該像面よりも物体側に位置する主光学系と該主光学系と該固体撮像素子との間に配置した正の屈折力のフィードバックレンズとを有していることを特徴とする固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項2】 前記フィードバックレンズの近傍にはローパスフィルターが設けられていることを特徴とする請求項1の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項3】 前記撮影系は主光学系は変倍光学系より成り、該撮影系の射出瞳位置が前記像面に最も近い状態のときの、該像面から射出瞳までの距離を t_k 、該主光学系の射出瞳位置が該像面に最も近い状態のときの該像面から射出瞳までの距離を t_{k_a} 、前記固体撮像素子の有効対角線長を L とすると、 $t_k/L < 3$ 、 $4 < t_{k_a}/L$ なる条件を満足することを特徴とする請求項2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項4】 前記主光学系は変倍光学系より成り、該主光学系の広角端の焦点距離を f_w 、前記フィードバックレンズの焦点距離を f_f とすると、 $6 < f_f/f_w < 11$ なる条件を満足することを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項5】 前記フィードバックレンズとローパスフィルターとは一体化して構成されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項6】 前記フィードバックレンズは前記固体撮像素子に固着又は該固体撮像素子の保護ガラスを兼ねていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【請求項7】 前記主光学系は変倍光学系より成り、かつ最も像面側には負の屈折力のレンズ群が配置されていることを特徴とする請求項1、2又は3の固体撮像素子を用いた撮像素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は固体撮像素子を用いた撮像素子に關し、特に撮影系のレンズ全長の短縮化を図りつつ、固体撮像素子と像面との距離を一定以上に維持し、固体撮像素子への軸外光線の入射角の速い、高輝度特性が得られるようにしたビデオカメラやテレビカメラ等に好適なものである。

【従来の技術】 従来よりビデオカメラやテレビカメラ等に用いる撮影系においては、撮影手段として多くの場合、固体撮像素子を用いている。又固体撮像素子を用いたと

きに発生するモアレを除去する為にローパスフィルターを固体撮像素子の物体側に配置している。

【0003】 一般に固体撮像素子を用いた撮影系においては、該撮影系の射出瞳が結像面より速く離れた位置にくるよう、固体撮像素子を構成し、軸上及び軸外の主光線が結像面に対して略垂直に入射するようにした所謂テレセントリック光学系となるように構成するのが重要となっている。

【0004】 例えば軸上主光線と軸外主光線とが略平行となるように構成しないとこれらの主光線が固体撮像素子に入射する際に入射角度が各々異なってくる。そうすると画面中央と画面周辺とで画質が異なってくる。所謂シェーディング（傾度シェーディング）が発生して

【0005】 又レンズ系の後方にローパスフィルターを配置した撮影系においては軸上光線と軸外光線のローパスフィルター内を通過する光路長が互いに異なってくる。常光線と異常光線の分離幅が画面位置によって異なり、面全体にわたってローパス効果が得られないという問題点が生じてくる。

【0006】 この他、従来の固体撮像素子では光軸出射率を高める為に所定の周期で配列した複数の受光素子（受光部）の光入射面側に各受光素子に対応させて集光性の複数のマイクローレンズを所定の周期で配列している。

【0007】 これによりチップサイズの小型化及び多画素化に伴い、これに形成される画素としての受光素子の面積が縮小し、各受光素子での受光量が減少したときの検出感度の低下を防止している。

の射出瞳位置が無限度位置にある、所謂テレセントリック系であることが前提となっている。

【0013】 テレセントリック系では軸上及び軸外主光線が結像面の中心部及び周辺部におけるマイクローレンズに対して略垂直に入射する。この為画面全体にわたって均一の光学的作用を受け、画面全体にわたって均一な画像が得られる。

【0014】 しかしながら近年、固体撮像素子のチップサイズの小型化に伴って、撮影系の小型化が要望されている。

【0015】 一般に撮影系の小型化を図ると、その射出瞳が遠方より近方に変化してくる。この結果、図13に示すように軸外主光線RAは結像面の周辺には光軸に対して斜めに入射する。

【0016】 そうすると周期的に配列した受光素子（2a, 2b, 2c, ...）に対応して設けたマイクローレンズ（25a, 25b, ...）に対して、撮影レンズ31から周辺部で各々異なる状態の入射角で入射する。即ち各マイクローレンズ毎に集光状態が異なってくる。例えば周辺部では光線の全てが受光素子に入射しなくなってくる場合がある。

【0017】 この結果、画面の中心部の受光素子に対して周辺部の受光素子での受光量が減少し、所謂傾度シェーディングが発生するという問題点が生じてくる。

【0018】 又軸外主光線の受光素子への入射角が大きくなるとカラーフィルターを通過した光線の一部が、そのカラーフィルターに相当する受光素子のみでなく、隣接する受光素子にも入射するようになり、色のにじみが発生する。所謂シェーディングが発生するという問題点が生じてくる。

【0019】 本発明は、撮影系のレンズ全長の短縮化と共に該撮影系の射出瞳から像面までの距離が一定以上の値となるようにして、撮像素子として固体撮像素子を用いたときの傾度シェーディングや色シェーディングの発生を効果的に低減し、画面全体にわたって均一の高い光学性能の画像が容易に得られる固体撮像素子を用いた撮像素子の提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】 本発明の固体撮像素子を用いた撮像素子は、撮影系により物体像を像面近傍に設けた固体撮像素子面上に形成する際、該撮影系は射出瞳が結像面よりも物体側に位置する主光学系と該主光学系と該固体撮像素子との間に配置した正の屈折力のフィードバックレンズとを有していることを特徴としている。

【実施例】 図1、図2は各々、本発明に係る撮影系の後述する数値実施例1、2の要部断面図である。図3～図5は本発明の後述する数値実施例1の広角端、中間、望遠端の諸収差図である。図6～図8は本発明の後述する数値実施例2の広角端、中間、望遠端の諸収差図であ

る。図9～図11は本発明の後述する数値実施例3の広角端、中間、望遠端の諸収差図である。

【0022】 図中、Mは主光学系で変倍光学系より成っている。LPはローパスフィルター、Fはフィードバックレンズ、IMは像面である。像面IM近傍には、例えば図12に示すような固体撮像素子（不図示）を配置している。主光学系MとフィードバックレンズFは撮影系の一要素を構成している。

【0023】 L1は正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は正の屈折力の第4群、L5は負の屈折力の第5群である。Sは開口絞りであり、第3群3の前方に配置している。【0024】 広角端から望遠端への変倍に伴って矢印のように第2群を像面側へ移動させると共に、変倍に伴って像面変動を第4群を移動させて補正している。又第4群を光軸上移動させてフォーカスを行うリヤフォーカスを採用している。

【0025】 図中に示す第4群の稜線の曲線4aと点線の曲線4bとは各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1群、第3群、第5群は変倍及びフォーカスの際固定である。

【0026】 本実施例においては第4群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に第4群を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に同図の曲線4a、4bに示すように広角端から望遠端への変倍に伴って物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3群と第4群との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。

【0027】 本実施例においては、例えば望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合は同図の直線4cに示すように第4群を前方へ繰り出すことにより行っている。

【0028】 本実施例では従来の4群ズームレンズにおいて第1群を繰り出してフォーカスを行う場合に比べて前述のようなリヤフォーカス方式を採ることにより第1群のレンズ有効径の増大化を効果的に防止している。

【0029】 そして開口絞りを第3群の直前に配置することにより可動レンズ群による収差変動を少なくし、開口絞りより前方のレンズ群の間隔を短くすることにより前玉レンズ径の縮小化を容易に達成している。

【0030】 本実施例では第5群に負の屈折力を持たせ第3群以降の各レンズ群を望遠型に近づけることで、第3群以降の各レンズ群を望遠型に近づけることで、短縮化を図っている。

【0031】 本発明に係るタイプの変倍光学系では第5群の倍率を大きくすればすばほど、レンズ全長は短くなるが、それに伴い射出瞳と像面との距離が短くなり、前述した傾度シェーディングや色シェーディングが発生しやすくなる。

(4) 特開平6-331891

6

【0032】そこで本発明では第5群の倍率をある程度大きくし、レンズ全長を短くし、このときローパスフィルタ-LPと固体撮像素子との間に、特に固体撮像素子近傍にフィールドドレンスFを配置することにより射出瞳と像面との距離が一定に長くなるようにしている。

【0033】これにより軸外光線の固体撮像素子への入射角を小さくして輝度シェーディングや色シェーディングの発生を効果的に防止している。

【0034】フィールドドレンスFは固体撮像素子の入射面に密着して構成する方法やフィールドドレンスの固体撮像素子側の面を平面として固体撮像素子に固着する方法や固体撮像素子の保護ガラスの物体側の面に曲率を付与してフィールドドレンスとしての光学的作用を持たせても良い。フィールドドレンスFをローパスフィルタ-LPの像面側に固着して一体構成にしても良い。

【0035】本実施例ではローパスフィルタ-LPとしては水晶を用いたものや回折格子を利用したもの等が適用可能である。又ローパスフィルタを分割してその中にフィールドドレンスを配置するようにしても良い。

【0036】尚本発明においてレンズ全長の短縮化を図りつつ、射出瞳から像面までの距離を一定以上に維持しつつ、全像範囲にわたり高い光学性能を得るには次の条件を満足させるのが良い。

【0037】(1-1) 前記撮影系の射出瞳位置が前記像面に最も近い状態のときの、該像面から射出瞳までの距離を k 、該主光学系の射出瞳位置が該像面に最も近い状態のときの該像面から射出瞳までの距離を tka 、前記固体撮像素子の有効対角線長を L とすると

$$tka/L < 3.3 \quad \dots\dots (1)$$

$$4 < tka/L \quad \dots\dots (2)$$

なる条件を満足することである。

【0038】条件式(1)は主光学系である変倍光学系Mの変倍に伴い変化する射出瞳と像面との距離 tka に關するものである。

【0039】上限値を越えて距離 tka が長くなると変倍光学系としてのレンズ全長が増大してくるので、該距離 tka を条件式(1)を満足するように短くして、まずレンズ全長の短縮化を図っている。そしてこのとき短くなった距離 tka をフィールドドレンスを付加して長くしている。

*40

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + D/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

なる式で表している。又、「D-OX」は「 10^{-x} 」を意味している。

【数値実施例1】

$$f = 1 \sim 9.87 \quad f_{no} = 1:1.85 \sim 2.89 \quad 2\omega = 59.1^\circ \sim 6.6^\circ$$

$$R = 9.076 \quad D = 0.185 \quad N = 1.84666 \quad \nu = 23.8$$

$$R = 2 = 3.927 \quad D = 0.769 \quad N = 2 = 1.60311 \quad \nu = 60.7$$

$$R = 3 = -19.725 \quad D = 0.035$$

(4) 特開平6-331891

6

【0040】条件式(2)はこのときの主光学系である変倍光学系にフィールドドレンスを付加した模形系としての射出瞳と像面との距離 tka を適切に設定したものである。条件式(2)の下限値を越えて距離 tka が短くなるとフィールドドレンスとしての作用が不十分となることであり、フィールドドレンスを用いる効果が少なくなるので良くない。

【0041】(1-2) 前記主光学系は変倍光学系より成り、該主光学系の広角端の焦点距離を f_w 、前記フィールドドレンスの焦点距離を f 、とするとき

$$6 < f_w/f < 11 \quad \dots\dots (3)$$

なる条件を満足することである。

【0042】条件式(3)の下限値を越えてフィールドドレンスの焦点距離 f が短くなりすぎると、フィールドドレンスを付加したことによる射出瞳と像面との距離 tka を長くする効果が不十分になってくる。

【0043】又条件式(3)の上限値を越えてフィールドドレンスの焦点距離 f が長くなりすぎると、フィールドドレンスを付加したことによる射出瞳と像面との距離 tka を長くする効果が不十分になってくる。

【0044】一般にレンズ全長を短縮しようとするとき、ベッツツェル和が負の方向に増大し、像面曲線の補正が難しくなる。

【0045】本発明では条件式(3)を満足するフィールドドレンスにより、通常状態に比べて負のベッツツェル和を小さくして像面曲線を小さくして高い光学性能を得ている。

【0046】次に本発明の数値実施例を示す。数値実施例において R_i は物体側より第 i 番目のレンズ面の曲率半径、 D_i は物体側より第 i 番目のレンズ厚及び空気間隔、 N_i と ν_i は各物体側より第 i 番目のレンズの屈折率とアッベ数である。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を《表1》に示す。

【0047】非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、A、B、C、D、Eを各非球面係数としたとき

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + D/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

(5) 特開平6-331891

7

R 4= 3.022	D 4= 0.460	N 3=1.77250	ν 3= 49.6
R 5= 6.449	D 5= 可変		
R 6= 5.545	D 6= 0.106	N 4=1.77250	ν 4= 49.6
R 7= 0.858	D 7= 0.415		
R 8= -2.356	D 8= 0.088	N 5=1.69680	ν 5= 55.5
R 9= 2.356	D 9= 0.194		
R 10= 2.214	D 10= 0.247	N 6=1.84666	ν 6= 23.8
R 11= 17.598	D 11= 可変		
R 12= (絞り)	D 12= 0.190		
R 13= 非球面	D 13= 0.601	N 7=1.58313	ν 7= 59.4
R 14= -12.538	D 14= 可変		
R 15= 2.216	D 15= 0.106	N 8=1.84666	ν 8= 23.8
R 16= 1.103	D 16= 0.018		
R 17= 非球面	D 17= 0.761	N 9=1.58313	ν 9= 59.4
R 18= 非球面	D 18= 可変		
R 19= -4.834	D 19= 0.115	N 10=1.83400	ν 10= 37.2
R 20= 5.401	D 20= 0.531		
R 21= ∞	D 21= 0.938	N 11=1.51633	ν 11= 64.2
R 22= ∞	D 22= 0.334		
R 23= 4.823	D 23= 0.159	N 12=1.51680	ν 12= 64.2
R 24= ∞			

* * 【表1】

焦点距離 可変範囲	1.00	3.13	9.87
D 5	0.15	1.93	2.97
D 11	3.07	1.29	0.25
D 14	1.03	0.68	1.06
D 18	0.28	0.63	0.25

非球面	R_0	X	B	C	D	E
13面	1.885 D-01	-2.822 D-01	-1.151 D-02	-4.077 D-03	-1.001 D-03	1.088 D-03
17面	1.047 D-00	-2.663 D-01	-8.307 D-03	-5.470 D-02	1.267 D-01	-1.590 D-02
18面	-2.585 D-00	-6.447 D-00	-1.588 D-02	-3.615 D-03	8.547 D-03	1.462 D-01

【数値実施例2】

$$f = 1 \sim 7.76 \quad f_{no} = 1:1.85 \sim 2.89 \quad 2\omega = 50.4^\circ \sim 8.6^\circ$$

$$R = 1 = 7.198 \quad D = 0.163 \quad N = 1.84666 \quad \nu = 23.8$$

$$R = 2 = 2.926 \quad D = 0.790 \quad N = 2 = 1.51633 \quad \nu = 64.2$$

$$R = 3 = -11.192 \quad D = 0.036$$

$$R = 4 = 2.544 \quad D = 0.454 \quad N = 3 = 1.80400 \quad \nu = 46.6$$

$$R = 5 = 9.610 \quad D = 可変$$

$$R = 6 = -425.562 \quad D = 0.090 \quad N = 4 = 1.88300 \quad \nu = 40.8$$

$$R = 7 = 0.826 \quad D = 0.360$$

$$R = 8 = -1.363 \quad D = 0.090 \quad N = 5 = 1.51823 \quad \nu = 59.0$$

$$R = 9 = 1.158 \quad D = 0.300 \quad N = 6 = 1.84666 \quad \nu = 23.8$$

$$R = 10 = 10.668 \quad D = 可変$$

$$R = 11 = (絞り) \quad D = 0.180$$

$$R = 12 = 非球面 \quad D = 0.590 \quad N = 7 = 1.69350 \quad \nu = 53.2$$

$$R = 13 = -4.233 \quad D = 0.027$$

11

12

【0052】

【表3】

焦点距離 可変範囲	1.00	3.38	11.95
D 5	0.16	2.31	3.57
D10	3.65	1.50	0.24
D16	1.20	0.67	1.30
D18	0.29	0.82	0.19

非球面	R ₀	I	B	C	D	E
12面	2.172 D-00-7.084 D-01-2.733 D-03-2.729 D-03	1.438 D-03-2.177 D-04				
17面	1.925 D-00-3.190 D-01-4.438 D-02-2.897 D-02	8.776 D-02-1.149 D-01				

【表-1】

条 件 式	数 値 実 施 例		
	1	2	3
$ tk\alpha/L $	3.268	2.838	3.099
$ tk/L $	5.046	5.041	5.110
f_p/f_g	9.333	7.043	7.995

尚、射出瞳の最も短い状態を算出した物体距離は数値実施例では177f_w、数値実施例2、3では182f_wである。

【0053】

【発明の効果】本発明によれば以上に、撮影系のレンズ全長の短縮化と共に該撮影系の射出瞳から像面までの距離が一定以上の値となるようにして、撮像手段として固体撮像素子を用いたときの輝度シェーディングや色シェーディングの発生を効果的に低減し、画面全体にわたり均一の高い光字性能の画像が容易に得られる固体撮像素子を用いた撮像装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る撮影系の数値実施例1の要部断面図
【図2】 本発明に係る撮影系の数値実施例2の要部断面図
【図3】 本発明に係る撮影系の数値実施例1の広角端の収差図
【図4】 本発明に係る撮影系の数値実施例1の中間の収差図
【図5】 本発明に係る撮影系の数値実施例1の望遠端の収差図
【図6】 本発明に係る撮影系の数値実施例2の広角端の収差図

の光路説明図

【符号の説明】

L1 第1群

L2 第2群

L3 第3群

L4 第4群

L5 第5群

M 主光学系

LP ローパスフィルター

F フィールドレンズ

IM 像面

SP 絞り

(6)

10

R14= 1.385	D14= 0.409	N 8=1.51633	ν 8= 64.2
R15= 8.505	D15= 0.000	N 9=1.51633	ν 9= 64.2
R16= 8.505	D16= 0.100	N10=1.84666	ν10= 23.8
R17= 1.088	D17= 可変		
R18= 非球面	D18= 0.372	N11=1.58313	ν11= 59.4
R19= -4.749	D19= 可変		
R20= -3.310	D20= 0.109	N12=1.84666	ν12= 23.8
R21= -12.933	D21= 0.400		
R22= ∞	D22= 0.781	N13=1.51633	ν13= 64.2
R23= ∞	D23= 0.181	N14=1.51633	ν14= 64.2
R24= -3.636			

* * 【表2】

焦点距離 可変範囲	1.00	2.92	7.76
D 5	0.16	1.31	1.98
D10	2.05	0.89	0.22
D17	0.97	0.49	1.03
D19	0.25	0.73	0.19

非球面	R ₀	I	B	C	D	E
12面	1.559 D-00-3.765 D-01-3.893 D-02-7.838 D-03	8.811 D-03-5.771 D-03				
18面	1.697 D-00-8.133 D-01-2.855 D-02-8.708 D-02	8.448 D-02-3.873 D-03				

【数値実施例3】

f=1-11.95 fno=1:1.85 ~3.05 2ω=60.4° ~5.6°

R 1= 12.590 D 1= 0.200 N 1=1.84666 ν 1= 23.8

R 2= 4.806 D 2= 0.818 N 2=1.51633 ν 2= 64.2

R 3= -12.282 D 3= 0.036 N 3=1.80400 ν 3= 46.6

R 4= 3.593 D 4= 0.545 N 4=1.88300 ν 4= 40.8

R 5= 9.276 D 5= 可変 N 5=1.51823 ν 5= 59.0

R 6= 36.020 D 6= 0.109 N 6=1.84666 ν 6= 23.8

R 7= 1.038 D 7= 0.481

R 8= -2.122 D 8= 0.372

R 9= 1.417 D 9= 可変

R10= 16.783 D10= 可変

R11= (絞り) D11= 0.218

R12= 非球面 D12= 0.618

R13= -10.568 D13= 0.027

R14= 1.675 D14= 0.509

R15= 10.376 D15= 0.109

R16= 1.616 D16= 可変

R17= 非球面 D17= 0.418

R18= -5.418 D18= 可変

R19= -4.242 D19= 0.109

R20= 14.012 D20= 0.181

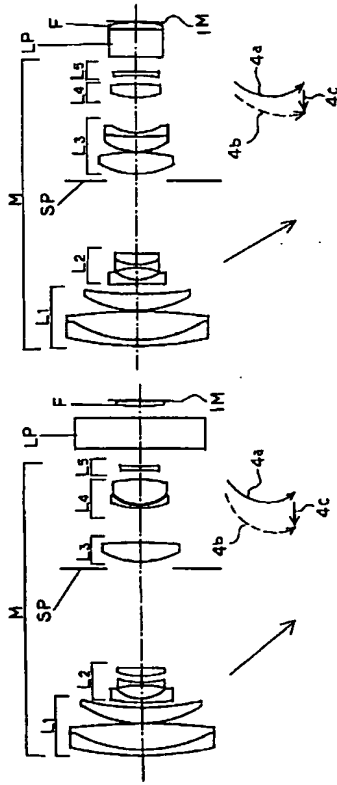
R21= ∞ D21= 0.945

R22= ∞ D22= 0.387

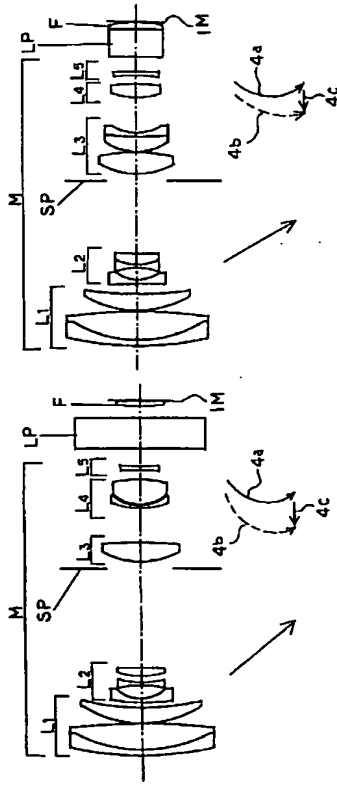
R23= 4.128 D23= 0.218

R24= ∞

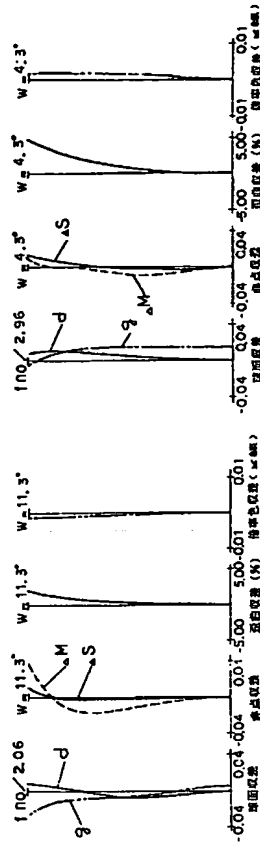
【図1】



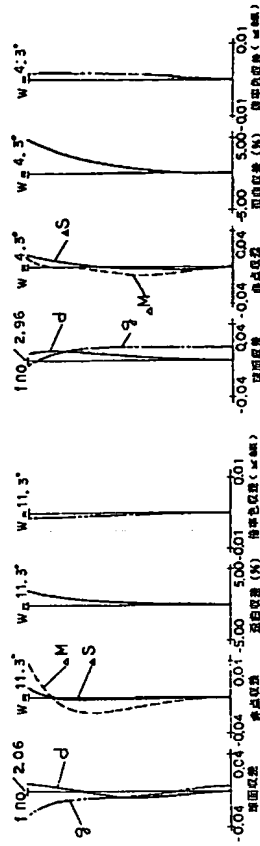
【図2】



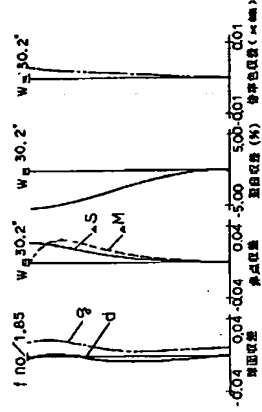
【図7】



【図8】



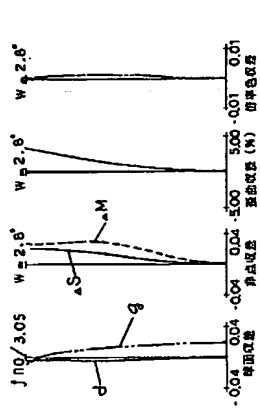
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

